الطائرات المسيرة الجزء الاول

دليل الطائرة المسيرة رباعية المراوح

(كواد كابتر)

للتواصل عن طريق بريد إلكتروني
alsaqri1@proton.me

للتواصل على تطبيق اليمينت
@alsaqri:matrix.org

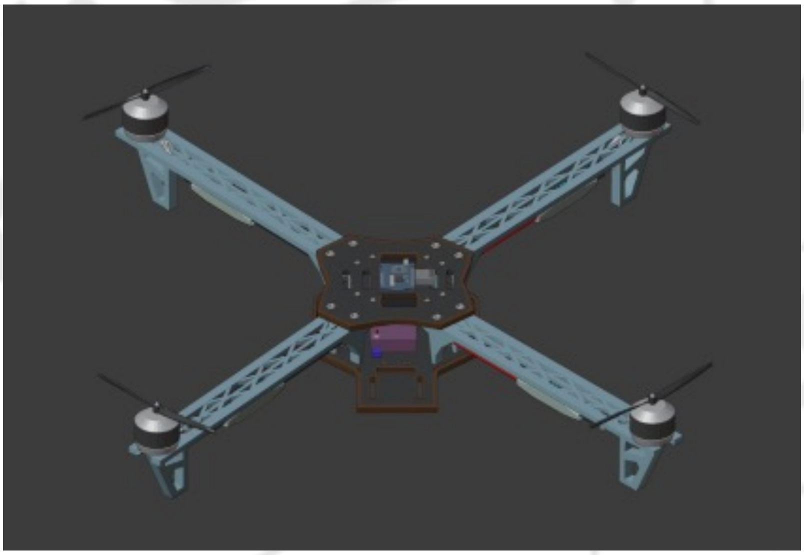
للتواصل على تطبيق ثريما
Threema: S76X3DEV
Threema: YFEX8RYE
Threema: 3NUH9CKJ

للتواصل على التليجرام
bot: @sqr33bot

نظرة عامة

الغرض من الطائرة المسيرة رباعية المراوح

يهدف دليل الطائرة المسيرة رباعية المراوح الصادر عن مؤسسة الصقري للعلوم العسكرية بفضل الله إلى إرشاد الإخوة خطوة بخطوة لصنع مسيرة رباعية المراوح تعمل بالتحكم عن بعد ويمكن استخدامها في سيناريو قتال حقيقي، مع إسقاط القنابل أو الاستطلاع أو غيرها من الوظائف. ويستخدم هذا الدليل جهاز الأردوينو مزودا بجيروسكوب للتحكم في الطيران نظرا لانتشار أجهزة الأردوينو بكثرة. وحدة التحكم في الطيران الأردوينو تستند على قراءات الجيروسكوب لتثبيت المسيرة، وعلى قراءات جهاز استقبال لاسلكي ليتم التحكم بها بواسطة جهاز الإرسال/التحكم عن بعد



يعمل الأردوينو استنادا إلى قراءات الجيروسكوب وقراءات جهاز الاستقبال عن طريق تغيير سرعة المحركات التي بدون فرشاة باستخدام وحدة تحكم إلكترونية في السرعة، ويتمتع الأردوينو أيضا بالقدرة على تشغيل وظيفة خاصة عند قراءة إشارة من قناة راديو معينة، وتشمل الأمثلة على هذه الوظائف الخاصة: إسقاط القنبلة، وتفجير المسيرة عن بعد، وغير ذلك. وسيتم التطرق لهذا لاحقا في الدليل. ويجب الالتزام بالتعليمات الواردة في هذا الدليل للحصول على مسيرة ناجحة بإذن الله. قد يكون هذا الموضوع معقدا، ولكنه ليس مستحيلا لمن يكرس نفسه لتحقيق الهدف ويدرس المحتوى ويتبع هذه التعليمات مع الاتكال على الله سبحانه وتعالى أولا وآخرا

@alsaqri:matrix.org
Alsaqri1@proton.me
S76X3DEV YFEX8RYE 3NUH9CKJ

الأدوات والأجزاء

قائمة الأجزاء

1. أردوينو **UNO** (عدد 1)
2. هيكل المسيرة الرباعية (عدد 1)
3. أسلاك
4. وحدة جيروسكوب رقمية، **L3G4200D**، **L3GD20H** أو **MPU6050** (عدد 1)
5. وحدة التحكم الإلكتروني في السرعة (**ESC**) (عدد 4)
6. محركات بدون فرشاة (عدد 4)
7. جهاز الانكماش الحراري (اختياري)
8. مقاوم 330 أوم (عدد 1)
9. مقاوم 1000 أوم (عدد 1)
10. مقاوم 1500 أوم (عدد 1)
11. مصباح **LED** (عدد 1)
12. ديود **1N4001** (عدد 1)
13. بطارية **30C 3S LiPo**
14. أدوات الراديو (جهاز تحكم عن بعد + مستقبل)
15. أربطة بسحّاب/مادة لاصقة

الأدوات المطلوبة

1. حاسوب (كمبيوتر)
2. مكواة لحام
3. سلك لحام
4. مفك براغي
5. ولاعة/مسدس حراري

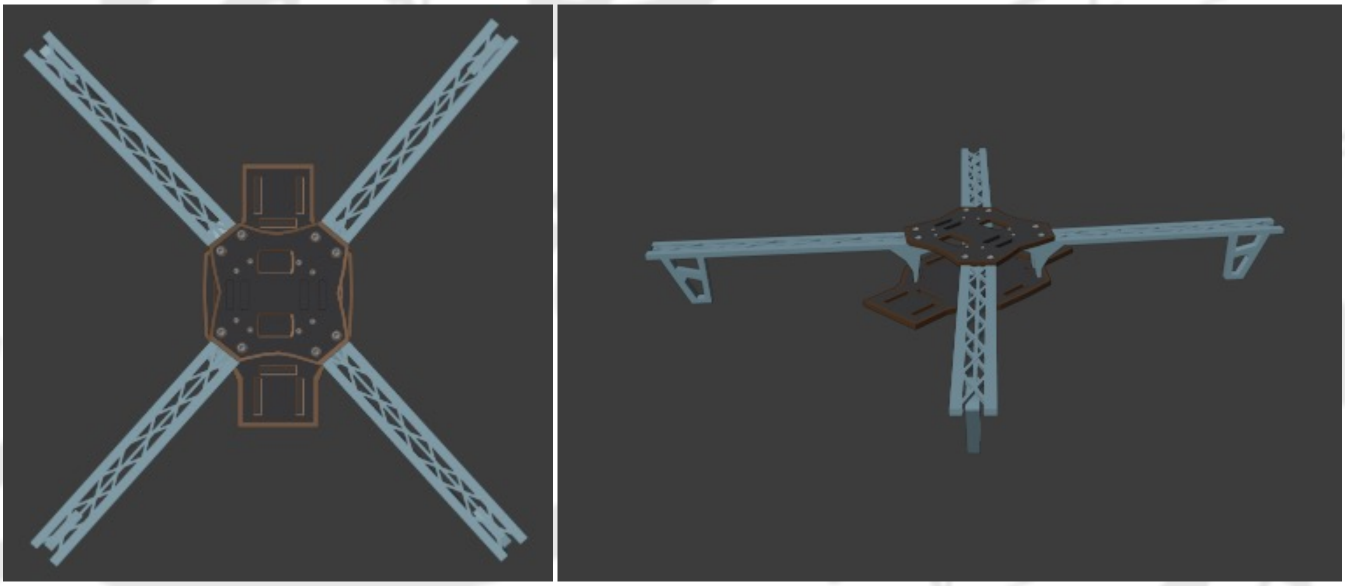
ملاحظة: يشير هذا الدليل إلى حزمة الأكواد التي تمت كتابتها خصيصا لهذه المسيرة. يرجى التواصل مع الإخوة في مؤسسة الصقري للعلوم العسكرية للحصول على حزمة الأكواد

@alsaqri:matrix.org
Alsaqri1@proton.me
S76X3DEV YFEX8RYE 3NUH9CKJ

تجميع الهيكل

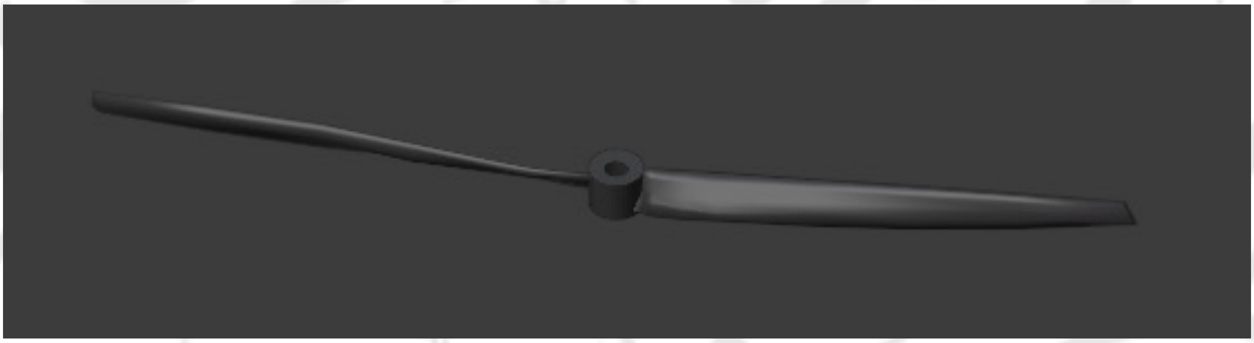
يمكن أن يكون هيكل المسيرة رباعية المراوح جاهزا، وهو المحبذ، أو أن يكون مصنوعا في المنزل. ويجب توفر ملحقات هيكل المسيرة مثل البراغي ومفك البراغي إذا كانت هذه المكونات ضرورية لهيكل المسيرة. وقد يأتي هيكل المسيرة الذي تشتريه في قطع منفصلة يجب عليك تجميعها. في هذه الحالة، راجع دليل الهيكل الذي تشتريه لمعرفة كيفية تجميع القطع

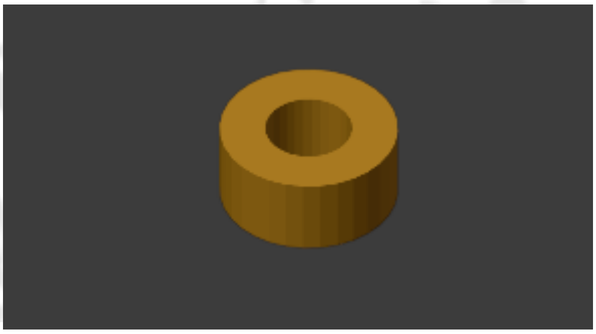
الشكل التالي هو مثال لهيكل المسيرة رباعية المراوح المذكور في هذا الدليل:

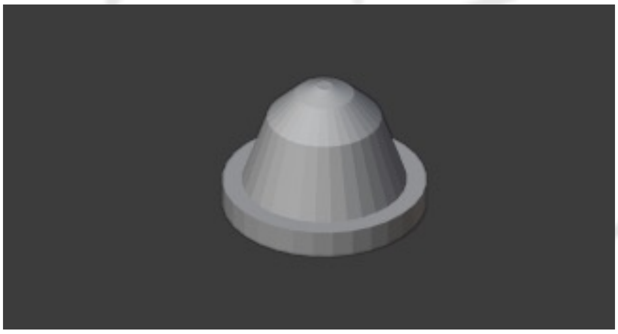


تركيب المحرك

يجب أن يكون لكل محرك بدون فرشاة قيمة **KV** تساوي 1000KV. تأكد من أن كل محرك بدون فرشاة يأتي مع مراوح بمقاس 10 × 4.5 بوصة (25.4 × 11.43 سم) ومثبت مروحة، وإذا لم يكن بالإمكان العثور على هذين الجزئين لكل محرك بدون فرشاة، فاشترهما بشكل منفصل. قد تكون هناك حاجة أيضا إلى قطعة تثبيت للمروحة توضع تحتها إذا لم تكن المروحة ثابتة في مكانها



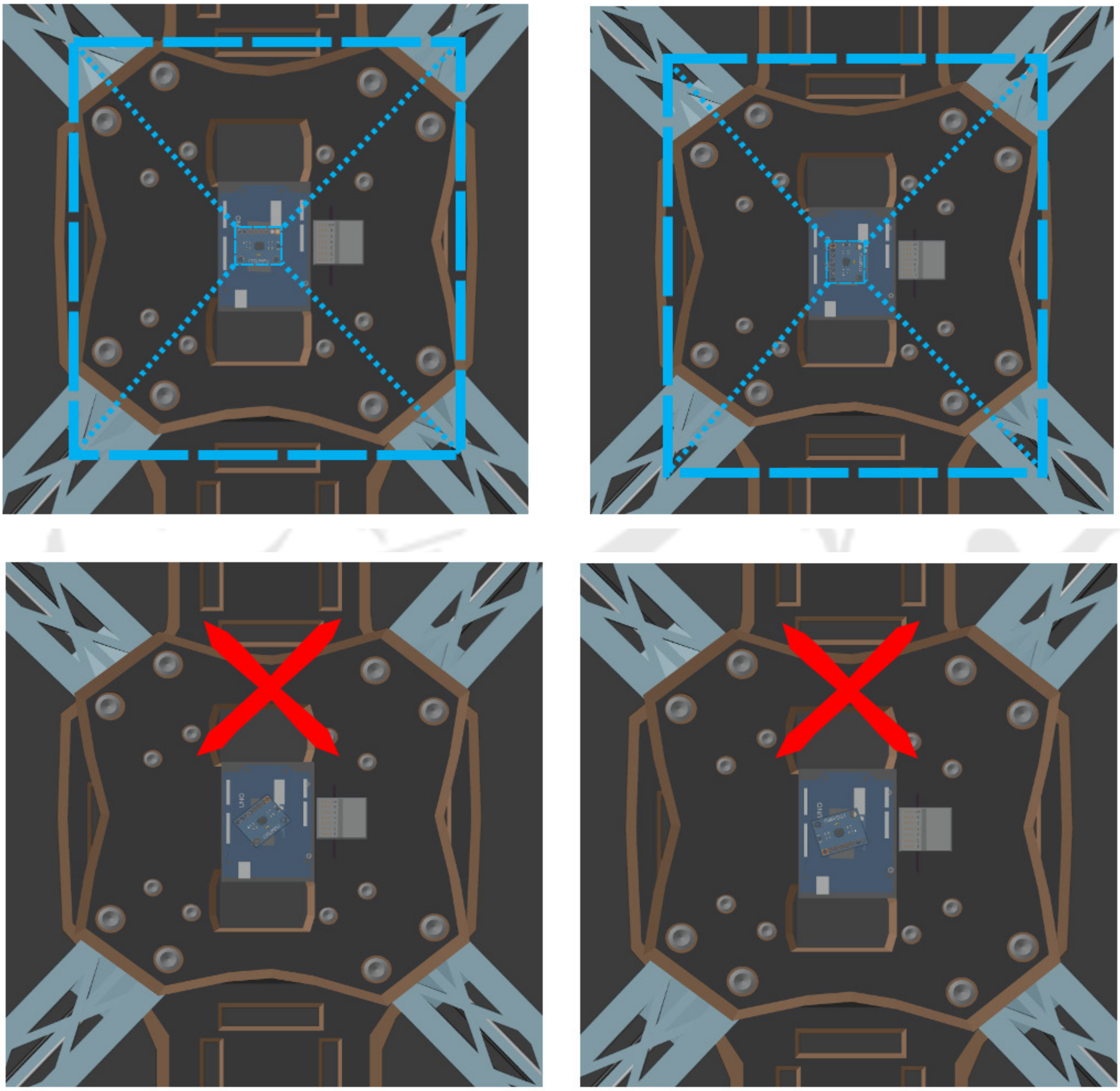




@alsaqri:matrix.org
Alsaqri1@proton.me
S76X3DEV YFEX8RYE 3NUH9CKJ

تركيب الأردوينو والجيروسكوب وجهاز الاستقبال

قـم بتركيـب الأردوينـو، والجيروسـكوب، وجهـاز الاسـتقبال في مركـز هيـكل المسـيرة كمـا هـو موضـح في أول صـورة في هـذا الدليـل، وذلـك لتجنـب مشـاكل التـوازن أثنـاء الطيـران. مـا يهـم عنـد تركيـب الجيروسـكوب هـو أن تكـون زوايـا الجيروسـكوب بمحـاذاة زوايـا المسـيرة كمـا هـو موضـح في الشـكل التالـي



كما هو واضح في الصور، لا يهم ما إذا كان الجيروسكوب مقلوبا أو مدورا 90 درجة أو حتى 180 درجة.

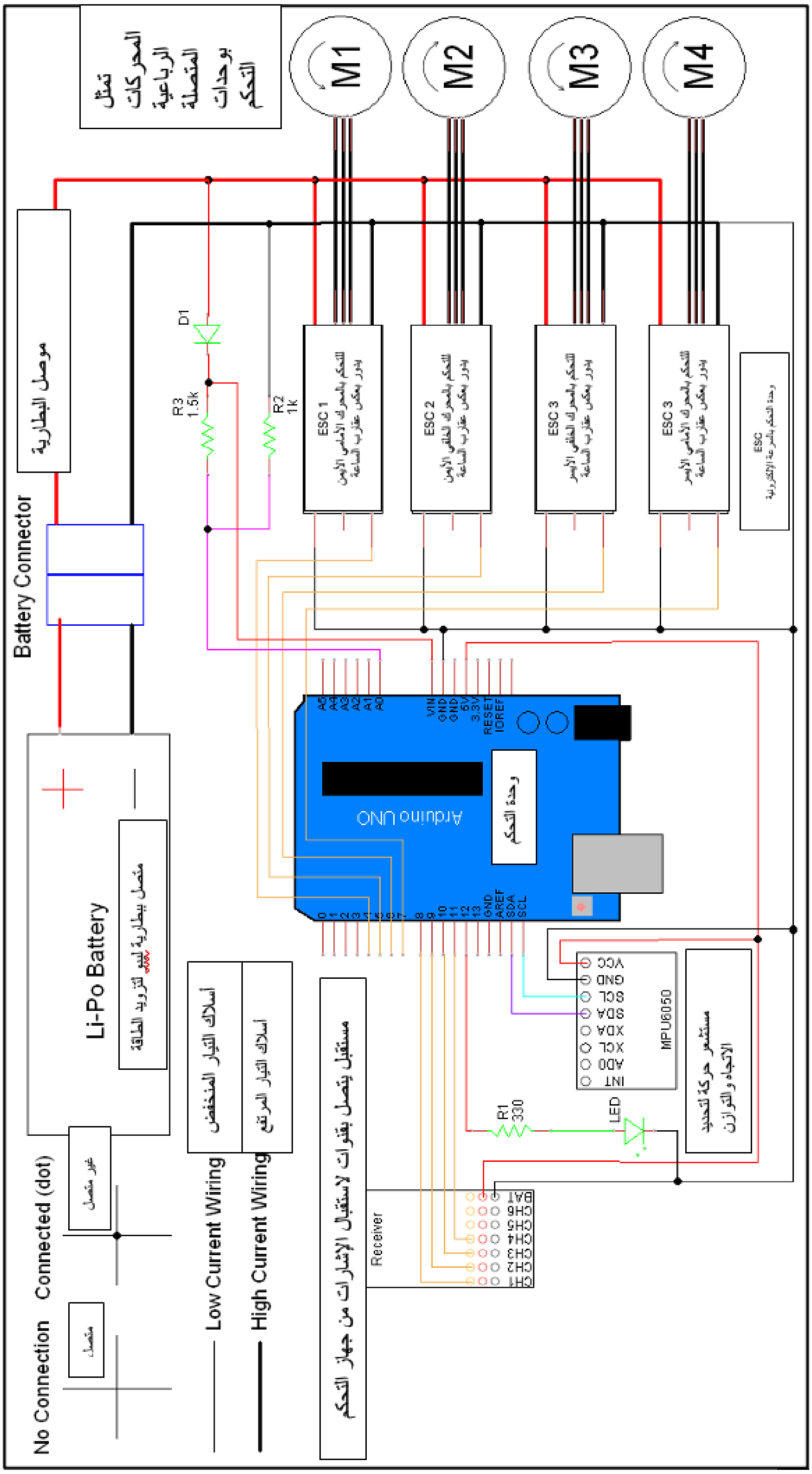
ما يهم هو أن تكون زوايا الجيروسكوب بمحاذاة زوايا المسيرة. تأكد من تثبيت جميع الأجزاء على المسيرة باستخدام مادة لاصقة، أو شريط لاصق، أو أربطة بسحّاب، أو أي طريقة أخرى. وللتأكد من عمل جهاز الاستقبال بشكل صحيح، تأكد من وضعه بعيدا عن المكونات التي تصدر الكثير من الضجيج الكهربائي مثل وحدة التحكم الإلكتروني والمحركات، وتأكد من وضع هوائي جهاز الاستقبال على بعد 1 سم على الأقل من المواد الموصلة للكهرباء مثل المعدن والكربون

تحذيرات السلامة

تعامل مع المراوح والمحركات بحذر، فملامسة المراوح أثناء دورانها يمكن أن يتسبب في حدوث الإصابات لا قدر الله

@alsaqri:matrix.org
Alsaqri1@proton.me
S76X3DEV YFEX8RYE 3NUH9CKJ

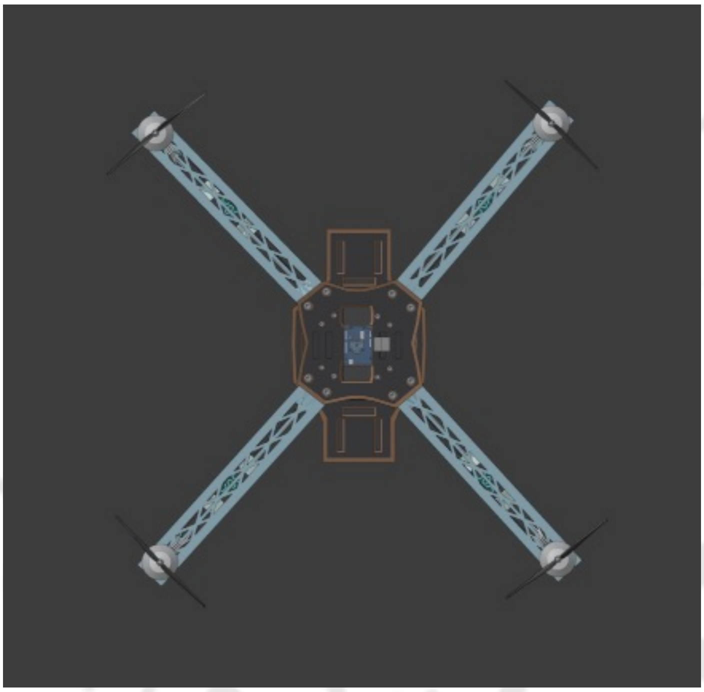
دليل توصيل الأسلاك



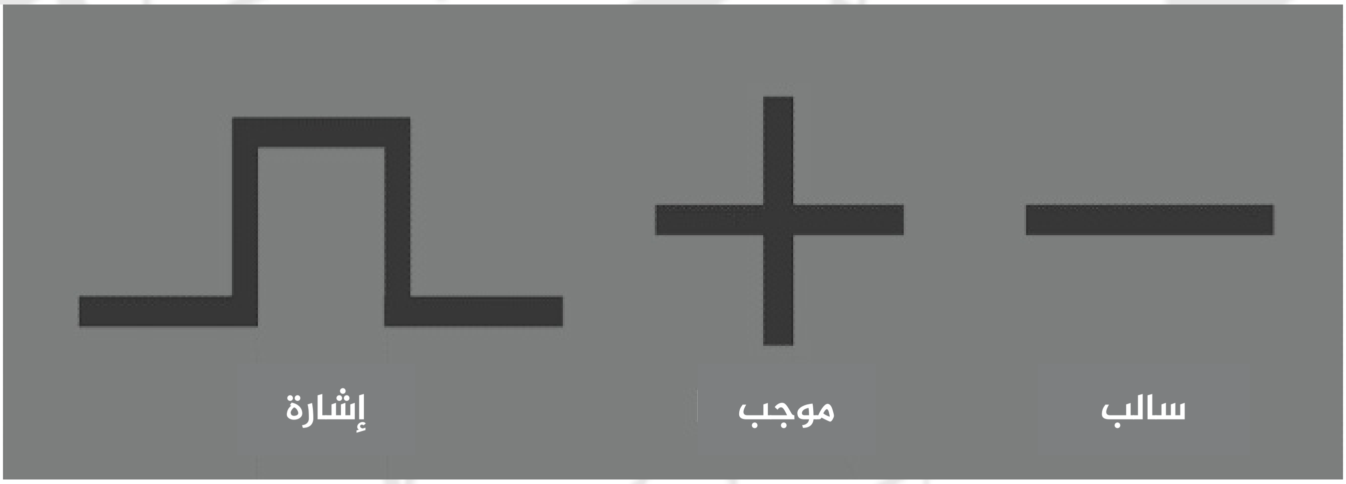
تأكد أن الدبابيس الرقمية 4 و5 و6 و7 متصلة بالمحركات كما في الصورة. لاحظ أن كل محرك متصل بوحدة تحكم في السرعة (ESC)، وأن كل وحدة تحكم في السرعة في الصورة عليها إشارة إلى موضعها على المسيرة. على سبيل المثال، وحدة التحكم رقم 1 عليها «الأمامي الأيمن» ولذا يجب وضعها على الجهة الأمامية اليمنى من المسيرة. ويمكنك اختيار أي جانب من المسيرة ليكون مقدمة المسيرة، لكن بمجرد أن تفعل ذلك تأكد من توصيل كل شيء بالدبوس الخاص به، فمثلا يجب أن يكون سلك وحدة التحكم للمحرك الأيمن الأمامي (المحرك رقم 1) متصلا بالدبوس الرقمي 4، وهكذا.

@alsaqri:matrix.org
Alsaqri1@proton.me
S76X3DEV YFEX8RYE 3NUH9CKJ

القاعـدة العامـة التـي يجـب اتباعهـا هـي أن الأسلاك الموجبـة (الأسلاك الحمـراء في الصـورة التوضيحيـة) والأسلاك السـالبة (الأسلاك السـوداء في الصـورة التوضيحيـة) يجـب ألا تتلامـس مـع بعضهـا البعـض بشـكل مباشـر دون عـزل كهربائـي، أي أن المعـدن الموجـود داخـل الأسلاك يجـب ألا يتلامـس أبـدا، ولكـن لا توجـد مشـكلة في تلامـس العـازل المطاطـي. إشـارات الاتجـاه على وحـدة التحكـم (مثـل الجهـة الأماميـة اليمنـى) موجـودة فقـط على الصـورة حتى تتمكـن مـن معرفـة أيـن يجـب وضعهـا، وهـي ليسـت موجـودة في الواقـع على وحـدة التحكـم. قـم بتوصيـل الأردوينـو، والجيروسـكوب، وجهـاز الاسـتقبال، ووحـدة التحكـم، والمحـركات، وبطاريـة الطيـران كمـا هـو موضـح



الرمـوز التاليـة توجـد في العديـد مـن أجهـزة الاسـتقبال اللاسـلكية وتشـرح وظائـف دبابيـس جهـاز الاسـتقبال



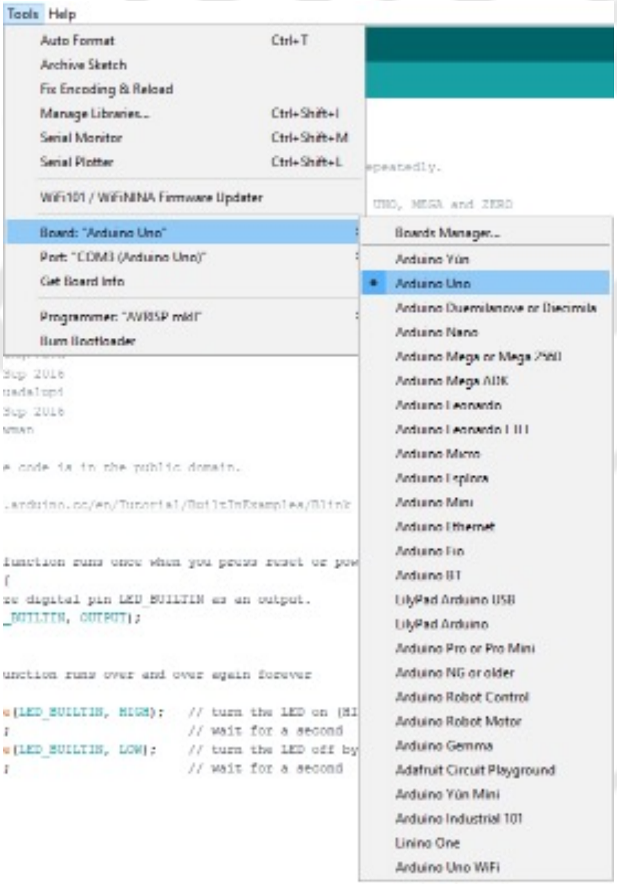
تأكد من تثبيت الأسلاك على المسيرة حتى لا تسقط أو تنفصل أثناء الطيران.

@alsaqri:matrix.org
Alsaqri1@proton.me
S76X3DEV YFEX8RYE 3NUH9CKJ

برمجة الطائرة المسيرة رباعية المراوح

يتألف برنامج المسيرة المستخدم في هذا الدليل من ثلاثة سكتشات .ino (الـino. هو تنسيق ملف كود الأردوينو IDE والسكتش هو اسم ملفات الكود في أردوينو IDE) وهي: سكتش الإعداد setup.ino، وسكتش استكشاف الأخطاء وإصلاحها troubleshooting.ino، وسكتش وحدة التحكم في الطيران flight_controller.ino. - احتفظ بكل من هذه السكتشات في المجلدات التي أتت بها، إذا لم تقم بذلك فلا مشكلة لأن IDE سيطالبك بوضعها في مجلد وسيقوم بذلك تلقائيا إذا سمحت له بذلك.

وهناك ملاحظة إضافية غير ضرورية قد يرغب الإخوة الملمين بالتقنية في معرفتها وهي أن سكتش استكشاف الأخطاء وإصلاحها وسكتش وحدة التحكم في الطيران سيقرآن من نتائج سكتش الإعداد، وبعبارة محددة، سيقرآن مما كتبه سكتش الإعداد إلى EEPROM في الأردوينو

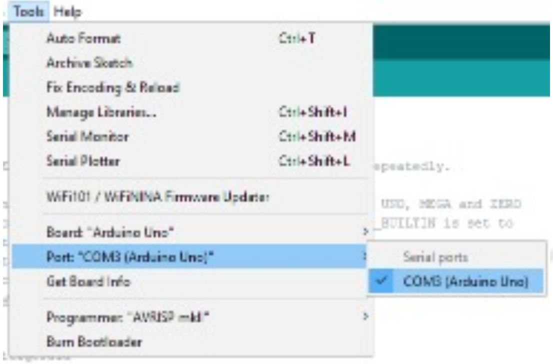


الخطوة 1: قم بتحميل وتثبيت الأردوينو IDE بزيارة موقعهم الإلكتروني لذلك أو اطلبه من أحد الإخوة. لا تقم بتحميل Arduino IDE 2.0، بل يجب أن تحصل على أي إصدار x+1. ومن غير المعروف ما إذا كان أي إصدار أعلى من الإصدار الحالي سيعمل كما هو موضح في هذا الدليل، ولكن بشكل عام من المتوقع أن يعمل

الخطوة 2: تأكد من اختيار الأردوينو المستخدم كاللوحة التي يعمل بها الـ IDE عن طريق اختيار ذلك عبر الأدوات>اللوحة (Tools>Board) كما هو موضح في الصورة التالية حيث نوع اللوحة هو الأردوينو UNO:

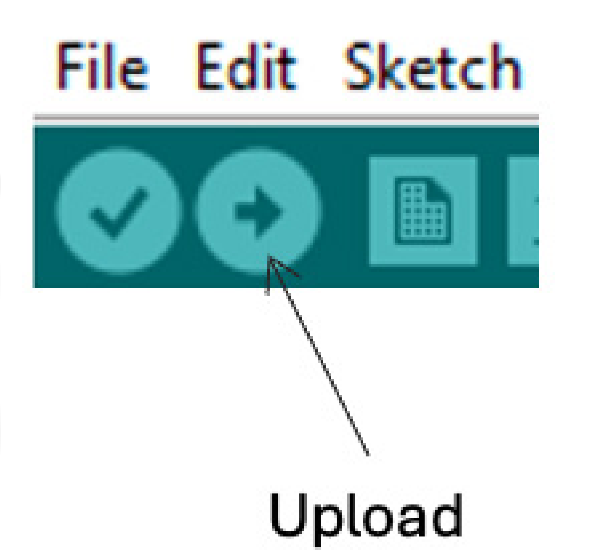
@alsaqri:matrix.org
Alsaqri1@proton.me
S76X3DEV YFEX8RYE 3NUH9CKJ

الخطـوة 3: تأكـد مـن تحديـد المنفـذ الـذي يعمـل عليـه الأردوينـو في الأدوات>المنفـذ (Tools>Port) كمـا يلـي

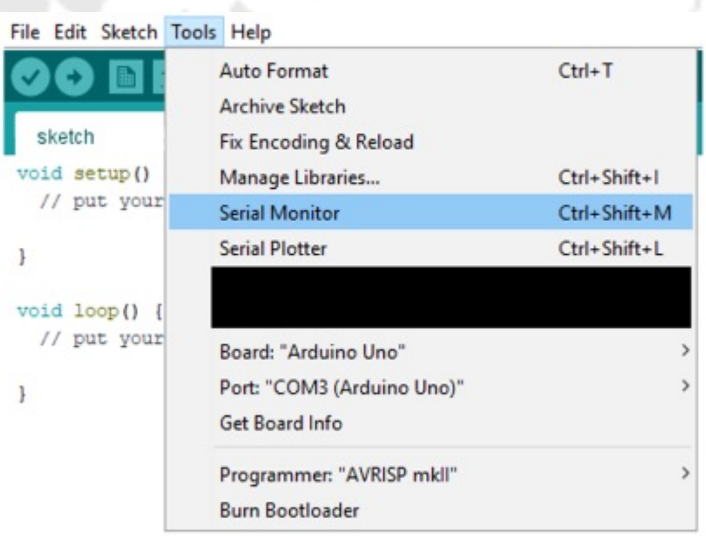


إذا كانـت اللوحـة موجـودة في أحـد المنافـذ، فيجـب أن يكـون اسـم تلـك اللوحـة بجانـب رقـم المنفـذ

الخطـوة 4: اربـط جهـاز التحكـم عـن بعـد (جهـاز الإرسـال) بجهـاز الاسـتقبال، وذلـك باسـتخدام التعليمـات الموجـودة في دليـل جهـاز التحكـم عـن بعـد أو جهـاز الاسـتقبال



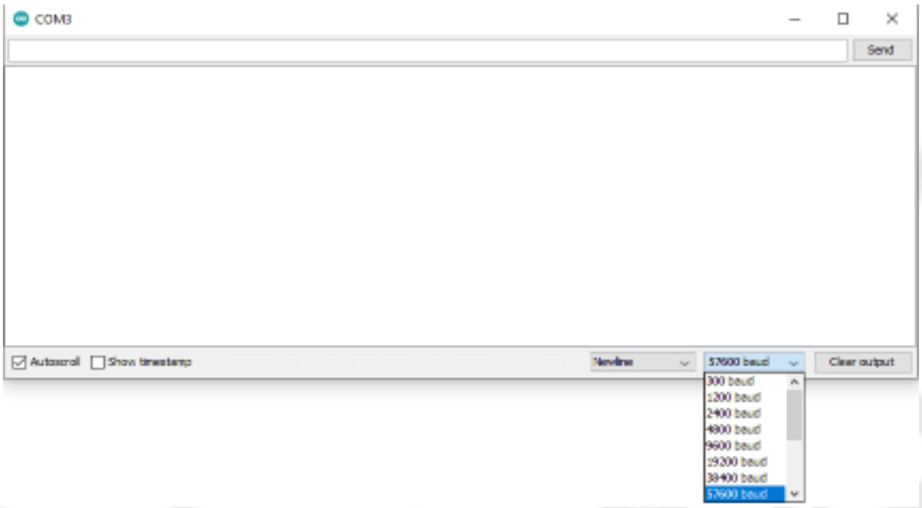
الخطـوة 5: قـم بإزالـة المـراوح وفتـح سـكتش **quadcopter_setup.ino** ثـم قـم بتحميلـه بالنقـر على زر التحميـل الموجـود على يميـن زر علامـة الاختيـار



الخطـوة 6: بعـد تحميـل سـكتش **quadcopter_setup.ino** ابـدأ بإعـداد المسـيرة عن طريـق اتبـاع التعليمـات التي تظهـر عبـر المراقـب التسلسـلي. يمكـن الوصـول إلـى المراقـب التسلسـلي بالنقر على أدوات (**Tools**)في شريط الأدوات، ثم النقـر على المراقـب التسلسـلي (**Serial Monitor**) ، ويمكـن أيضـا الوصـول إلـى المراقـب التسلسـلي باسـتخدام الاختصـار **Ctrl+Shift+M** أثنـاء اختيـار الأردوينـو **IDE**، وإذا لـم يكـن الأردوينـو **IDE** محـددا فانقـر على أي مـكان في الأردوينـو **IDE** لتحديـده. ولا حاجـة لتوصيـل بطاريـة الطيـران أثنـاء هـذه الخطـوة

@alsaqri:matrix.org
Alsaqri1@proton.me
S76X3DEV YFEX8RYE 3NUH9CKJ

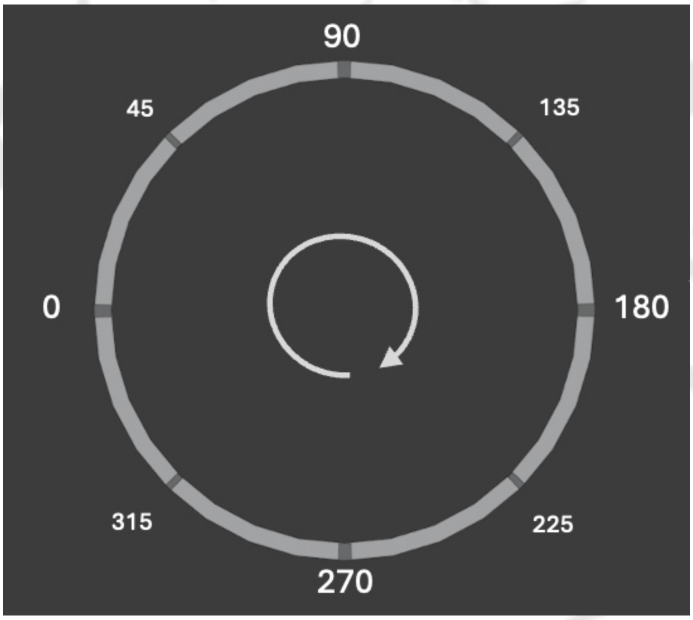
بعد فتح المراقب التسلسلي، تأكد من أن معدل البود المحدد هو 57600 (57600) حيث إن تحديد معدل البود الصحيح أمر مهم وسيكون عاملا حاسما فيما إذا كان المراقب التسلسلي سيعرض القيم الفعلية أم لا



لاحظ أن المراقب التسلسلي لن يعمل إلا عندما تكون اللوحة موصولة بالحاسوب الذي يحاول فتح المراقب التسلسلي. إذا لم يعمل المراقب التسلسلي كرر الخطوات من 3 إلى 6.

ضبط الجيروسكوب

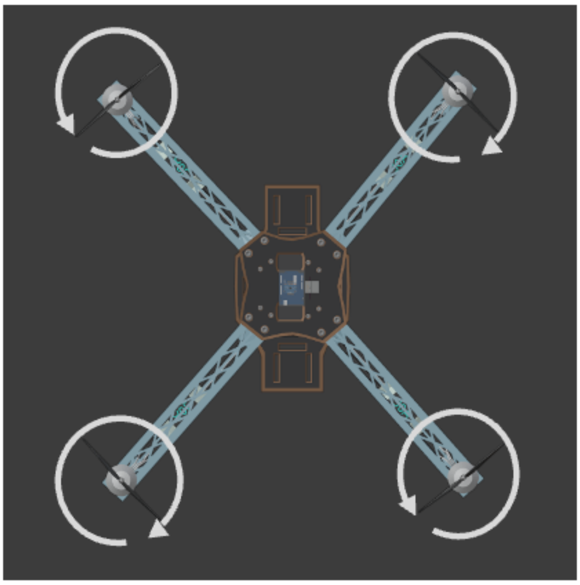
ستطلب بعض تعليمات المراقب التسلسلي تدوير المسيرة بعدد محدد من الدرجات. ويمكن استخدام الرسم التالي لفهم كيف يتم تقسيم الدائرة إلى 360 جزءا متساويا. يجب تحري الدقة قدر الإمكان في استيفاء تعليمات المراقب التسلسلي لأن الأردوينو **UNO** سيقوم بأشياء مثل إعداد جهاز التحكم عن بعد، وضبط الجيروسكوب، وتهيئة محور الجيروسكوب بناء على مدى دقتك في تنفيذ التعليمات لكل عملية من هذه العمليات

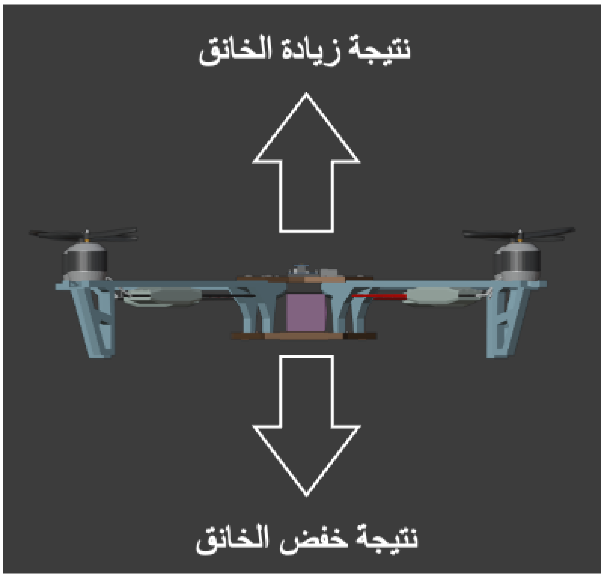


@alsaqri:matrix.org
Alsaqri1@proton.me
S76X3DEV YFEX8RYE 3NUH9CKJ

بعد ذلك، يجب التحقق من صحة قراءات جهاز الاستقبال وقراءات الجيروسكوب، وهذا يتطلب فهم الشرح الآتي لمبدأ حركة الخانق ومحاور الانعراج والميل والالتفاف، ولا يُنصح بتخطي قراءة هذا الشرح دون فهم، كما لا يجب الاعتماد على احتمال صحة قراءات جهاز الاستقبال والجيروسكوب بلا تحقق. وحتى إذا كانت قراءات جهاز الاستقبال والجيروسكوب صحيحة، فمن المهم أيضا معرفة هذه المفاهيم لأنها جزء مهم من كيفية التحكم في المسيرة، فهذه المفاهيم هي تحركات المسيرة التي يتحكم بها جهاز التحكم عن بعد

يعمل الخانق على زيادة أو تقليل سرعة دوران جميع المحركات بنفس المقدار في نفس الوقت. نتيجة زيادة الخانق هي ارتفاع المسيرة لأعلى، ونتيجة خفض الخانق هي هبوط المسيرة لأسفل

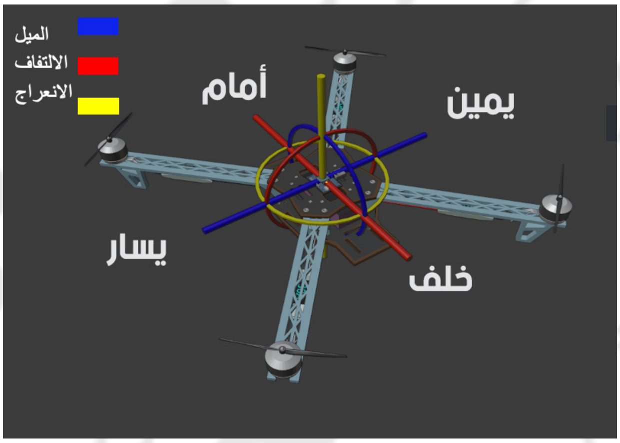


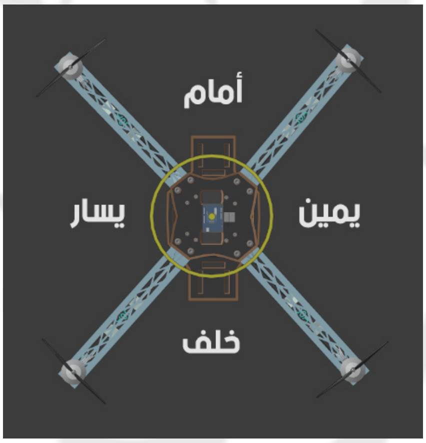


عند زيادة الخانق أو خفضه سيدور كل محرك بمعدل متزايد أو منخفض بحسب اتجاه الدوران لكل محرك

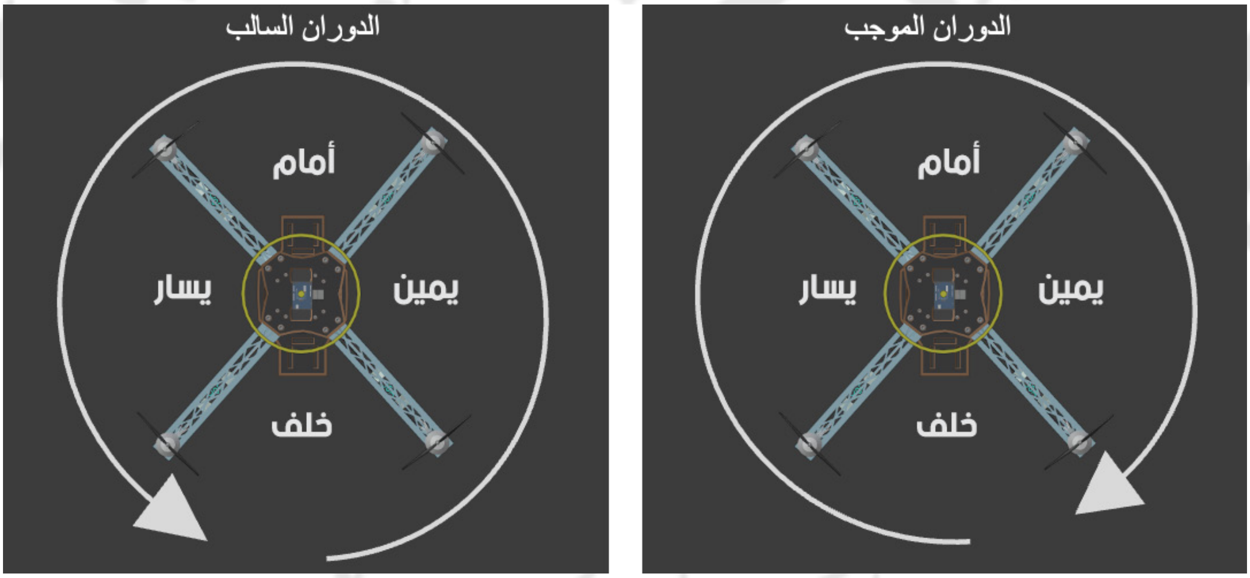
@alsaqri:matrix.org
Alsaqri1@proton.me
S76X3DEV YFEX8RYE 3NUH9CKJ

لفهم محاور الانعراج والميل والالتفاف في المسيرة تخيل أن هناك ثلاثة خطوط (محاور) تدور حولها المسيرة رباعية المراوح. الخطوط الموضحة في الشكل التالي هي خط الانعراج (الأصفر)، وخط الميل (الأزرق)، وخط الالتفاف (الأحمر). توضح الدوائر مدى الدوران الذي يمكن أن يحدث على كل محور. لاحظ أن خطوط المحاور والدوائر هذه وهمية وليست حقيقية، وهي موجودة فقط لتوضيح هذه المفاهيم، وأن الألوان المستخدمة لكل محور قد تكون مختلفة في أشكال توضيحية أخرى خارج هذا الدليل



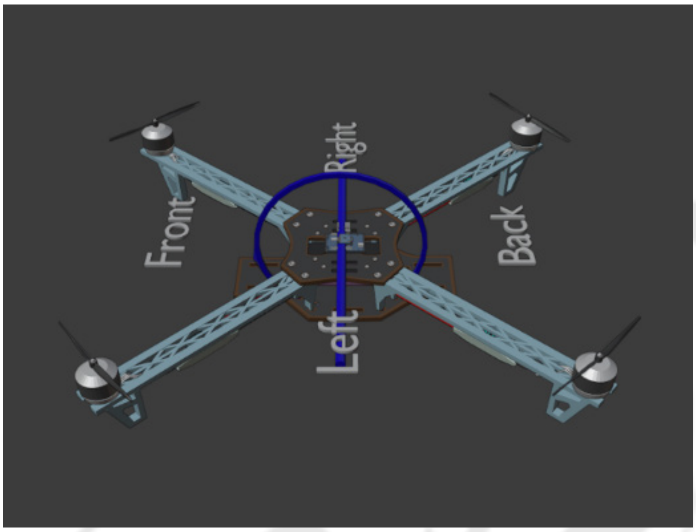


محور الانعراج

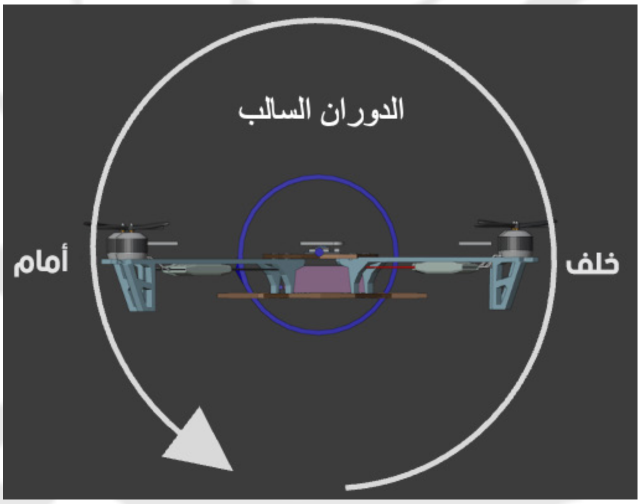


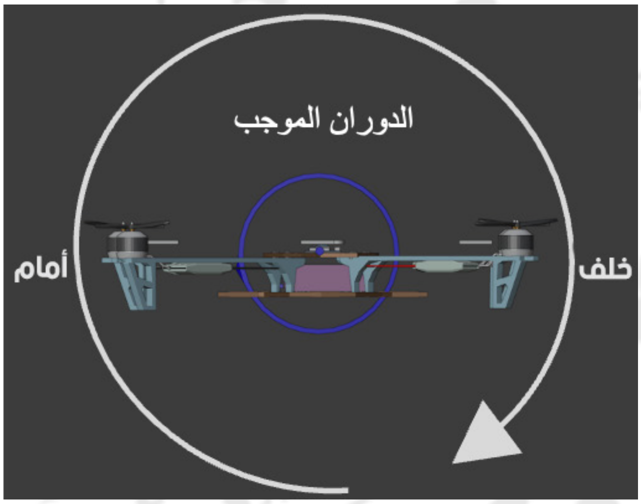
الدوران الممكن في محور الانعراج

@alsaqri:matrix.org
Alsaqri1@proton.me
S76X3DEV YFEX8RYE 3NUH9CKJ



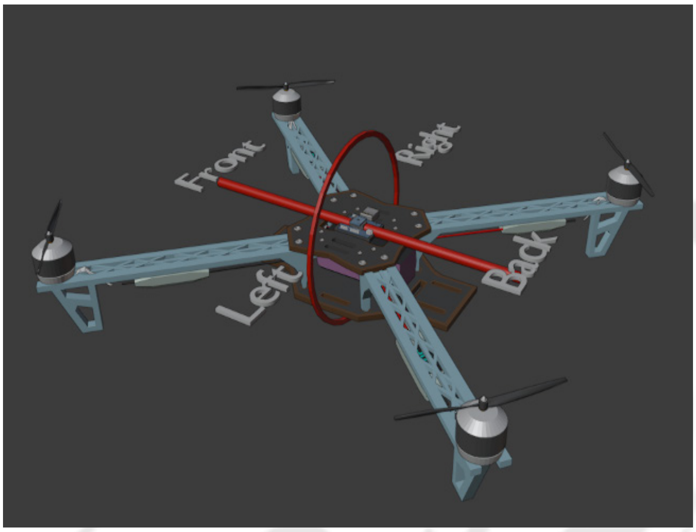
محور الميل



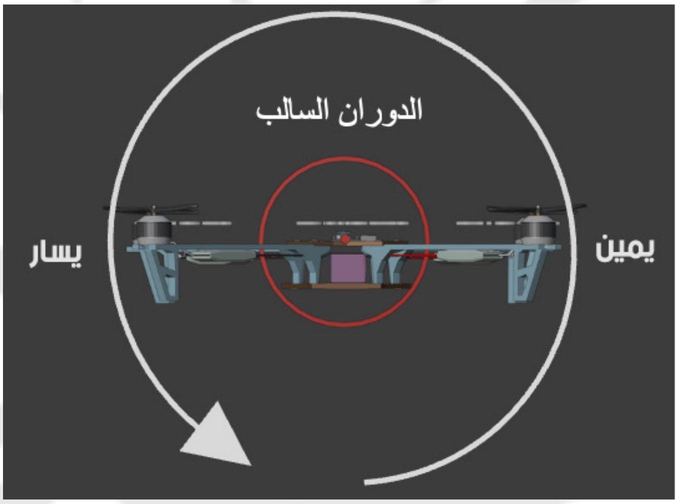


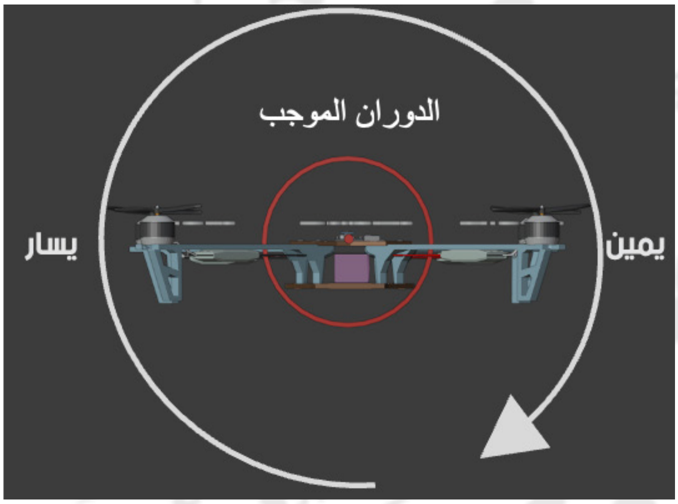
الدوران الممكن في محور الميل

@alsaqri:matrix.org
Alsaqri1@proton.me
S76X3DEV YFEX8RYE 3NUH9CKJ



محور الالتفاف





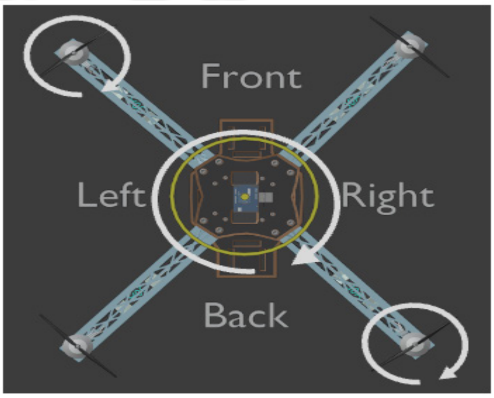
الدوران الممكن في محور الالتفاف

@alsaqri:matrix.org
Alsaqri1@proton.me
S76X3DEV YFEX8RYE 3NUH9CKJ

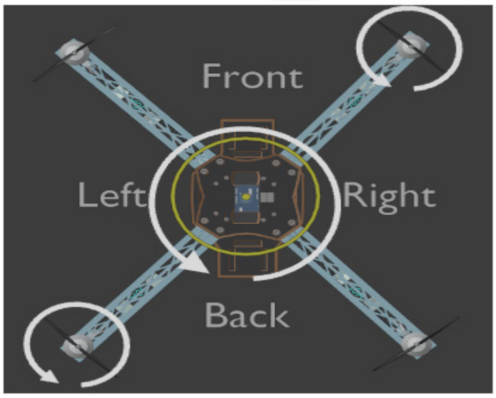
كيف تتم عمليات الانعراج والميل والالتفاف:

الانعراج

الدوران الموجب للانعراج

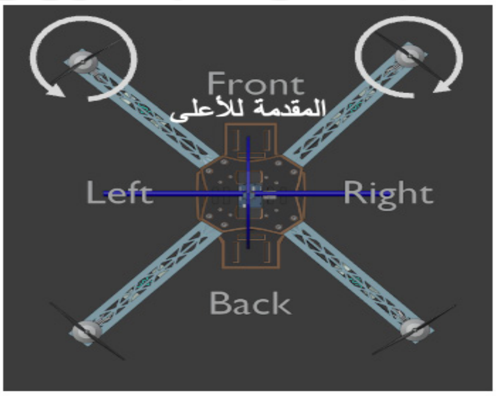


الدوران السالب للانعراج

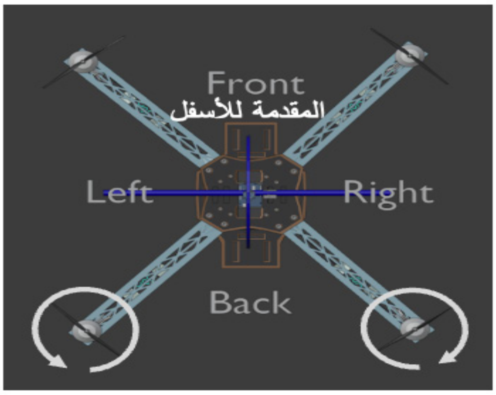


الميل

الدوران الموجب للميل

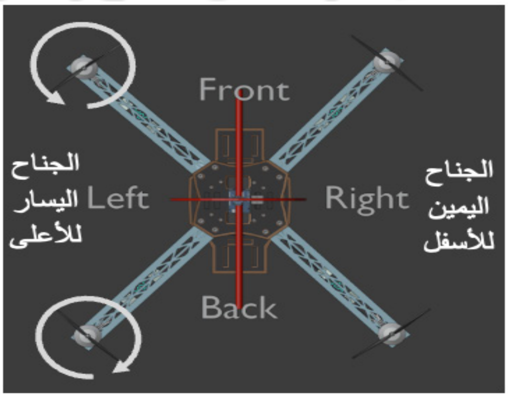


الدوران السالب للميل

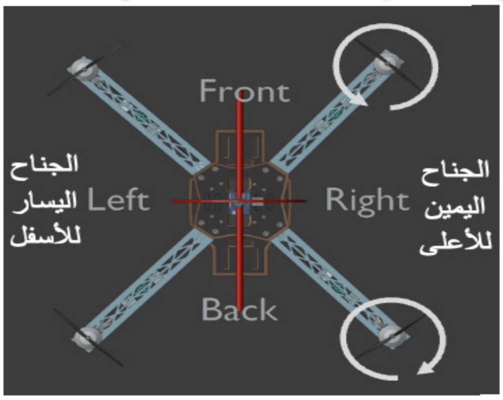


الالتفاف

الدوران الموجب للالتفاف



الدوران السالب للالتفاف



يؤدي دوران الميل والالتفاف في الجيروسكوب أيضا إلى تحرك الجيروسكوب في الاتجاه الذي يدور فيه، لكن دوران الانعراج لا يؤدي إلى ذلك ويمكن القيام به دون تغيير موضع المسيرة.

معايرة وحدة التحكم الإلكتروني

معايرة وحدات التحكم الإلكتروني **ESC** خطوة مهمة تعمل على مزامنة وحدات التحكم الإلكتروني بحيث تبدأ في الوقت نفسه وتدور بالسرعة نفسها حتى تتمكن من إنتاج مقدار الدفع نفسه. لاحظ أن سرعات المحرك قد تختلف عندما تقوم المسيرة بمناورة انعراج أو ميل أو التفاف، ولكن هذا لا يتعارض مع الطبيعة المتزامنة للمحركات. إن تزامن المحركات المقصود هو التزامن الذي يظهر، على سبيل المثال، عندما تبدأ بتشغيل المحركات في بداية الرحلة (تبدأ جميعها في الوقت نفسه وتتسارع بالمعدل نفسه)

تحقق من دليل وحدات التحكم الإلكتروني لقراءة تعليمات المعايرة فبعض وحدات التحكم الإلكتروني قد تتم معايرتها بشكل مختلف عن غيرها وعليه فإن إجراء معايرة وحدات التحكم الإلكتروني يعتمد على نوعها

في معظم الحالات، ما يلي هو خطوات معايرة وحدات التحكم الإلكتروني:

1. قم بإزالة اليو إس بي **USB** من الأردوينو **UNO**.
2. قم بتشغيل جهاز الإرسال.
3. حرّك عصا الخانق على جهاز التحكم عن بعد إلى أعلى موضع ممكن.
4. قم بتوصيل بطارية الطيران.
5. بعد سماع الصفير الناتج عن توصيل بطارية الطيران، حرّك ذراع الخانق إلى أدنى موضع ممكن.
6. افصل بطارية الطيران.
7. بعد توصيل بطارية الطيران مرة أخرى، يجب معايرة وحدات التحكم الإلكتروني.

مرة أخرى، تحقق من دليل وحدات التحكم الإلكتروني لقراءة تعليمات المعايرة.

موازنة المحركات التي بدون فرشاة

عـدم موازنـة المحـركات ومراوحهـا قـد يـؤدي إلـى أن تكـون المسـيرة غيـر مسـتقرة في طيرانهـا مـع حـركات اهتزازيـة، فأفضـل أداء طيـران يكـون ممكنـا مـع أفضـل موازنـة ممكنة للمحـركات ومراوحهـا. إن الهـدف الرئيسـي مـن موازنـة المـراوح هو تقليـل الاهتـزازات التي تحدثهـا المحـركات والمـراوح بحيـث لا تتداخـل اهتزازاتهـا كثيـرا مـع قـراءات الجيروسـكوب (إذا كنـت تسـتخدم مقيـاس تسـارع، فهـذا يسـاعد أيضـا في إنتـاج قـراءات أكثـر دقـة لذلـك). لاحـظ أن وضـع الجيروسـكوب (أو مقيـاس التسـارع إذا كنـت تسـتخدمه) على مثبـط اهتـزاز (مثـل قطعـة خاصـة لذلـك) ليـس بـديلا جيـدا لموازنـة مـراوح المـراوح وقـد تكـون النتيجـة أسـوأ. تعامـل بحـذر مـع المحـرك والأجـزاء التـي تـدور عليـه، فقـد تحـدث الإصابـة بسـهولة إذا تـم لمـس مروحـة تـدور بسـرعة عاليـة

لموازنة المحركات ومراوحها إذا لم يكن لديك **MPU6050** أو أي مقياس تسارع آخر:

1. افتـح سـكتش **ino.troubleshooting_with_mpu6050** وقـم بتحميلـه إلـى الأردوينـو **UNO**.
2. افتـح المراقـب التسلسـلي بالنقـر على أدوات>مراقـب تسلسـلي (**Tools>Serial Monitor**) أثنـاء توصيـل الأردوينـو **UNO** إلـى حاسـوبك ثـم اكتـب الرقـم مـن 1 إلـى 4 الـذي يتوافـق مـع محـركك وانقـر على زر الإرسـال **Send**. سـيصبح المحـرك الـذي يتوافـق رقمـه مـع الرقـم الـذي أرسـلته قـابلا للتحكـم بـه بواسـطة ذراع الخانـق بعـد إرسـال الرقم. وللتحقـق مـن الرقـم الـذي يتوافـق مـع أي محـرك راجـع الجـدول التالـي

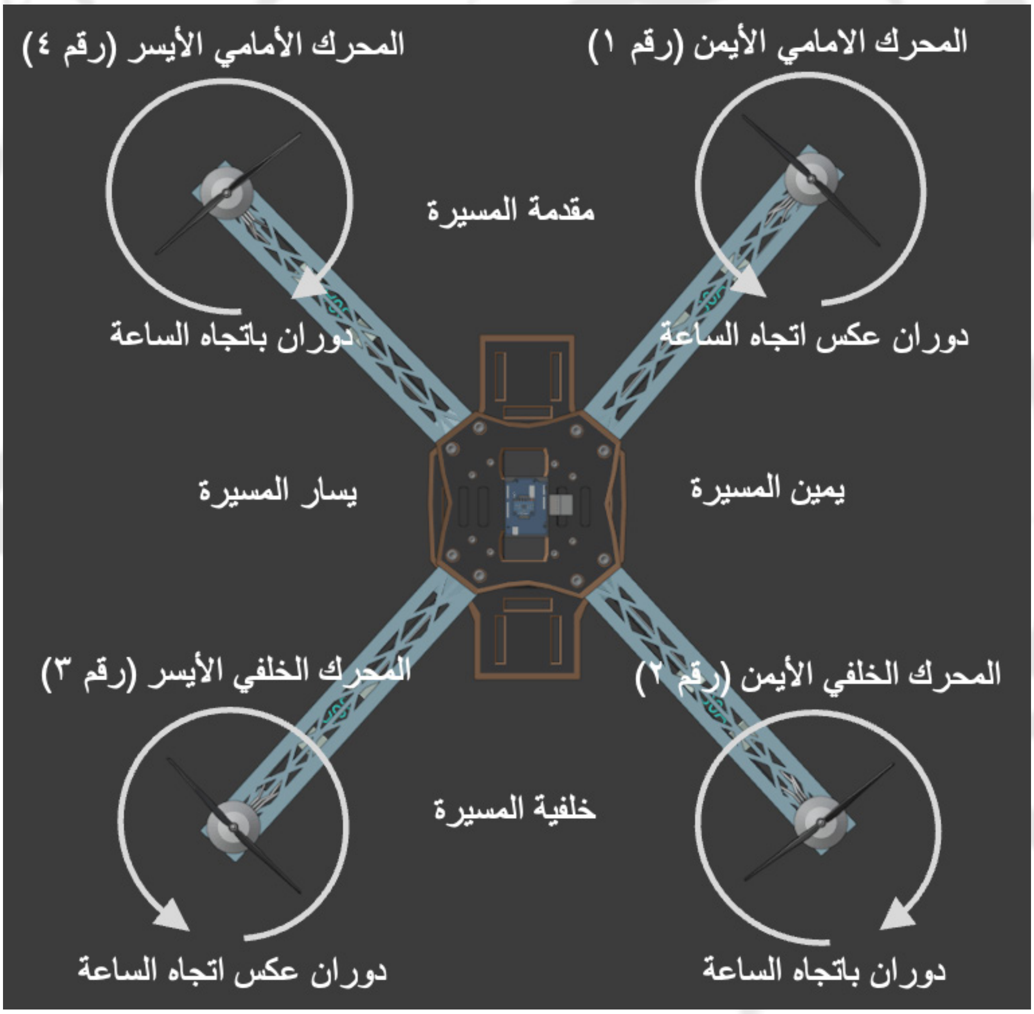
Motor Number	Motor Placement
1	Front Right (Counter Clockwise Rotation)
2	Rear Right (Clockwise Rotation)
3	Rear Left (Counter Clockwise Rotation)
4	Front Left (Clockwise Rotation)

3. لاحـظ أنـه يمكنـك البـدء باختيـار أي محـرك لأنـك سـتحتاج إلـى موازنتهـا جميعـا في نهايـة عمليـة الموازنـة

@alsaqri:matrix.org
Alsaqri1@proton.me
S76X3DEV YFEX8RYE 3NUH9CKJ

3. لاحظ أنه يمكنك البدء باختيار أي محرك لأنك ستحتاج إلى موازنتها جميعا في نهاية عملية الموازنة

وإذا كنت تريد معرفة رقم المحرك الذي يتوافق مع أي محرك انظر إلى الشكل التالي. تشير الأسهم الدائرية حول كل محرك إلى الاتجاه الذي من المفترض أن يدور فيه. إذا كانت محركاتك تدور في اتجاهات لا تتماشى مع الاتجاهات الموضحة في الشكل التالي، فمن الممكن تصحيح اتجاهاتها في الخطوة 8. ومع ذلك، يجب التأكد من أن المحركات الموضحة في الشكل التالي التي تدور في اتجاه عقارب الساعة معها مراوح في اتجاه عقارب الساعة، والمحركات التي تدور في عكس اتجاه عقارب الساعة معها مراوح عكس اتجاه عقارب الساعة، وإلا لن يعمل تصحيح الدوران في الخطوة 8.



ولاحظ أن كتابة وإرسال رقم «5» من خلال المراقب التسلسلي سيجعل جميع المحركات قابلة للتحكم بها بواسطة عصا الخانق على جهاز التحكم عن بعد، ولاحظ أنه بعد إرسال رقم من 1 إلى 5 ستظهر قراءات مقياس التسارع إذا كان لديك MPU6050.

@alsaqri:matrix.org
Alsaqri1@proton.me
S76X3DEV YFEX8RYE 3NUH9CKJ

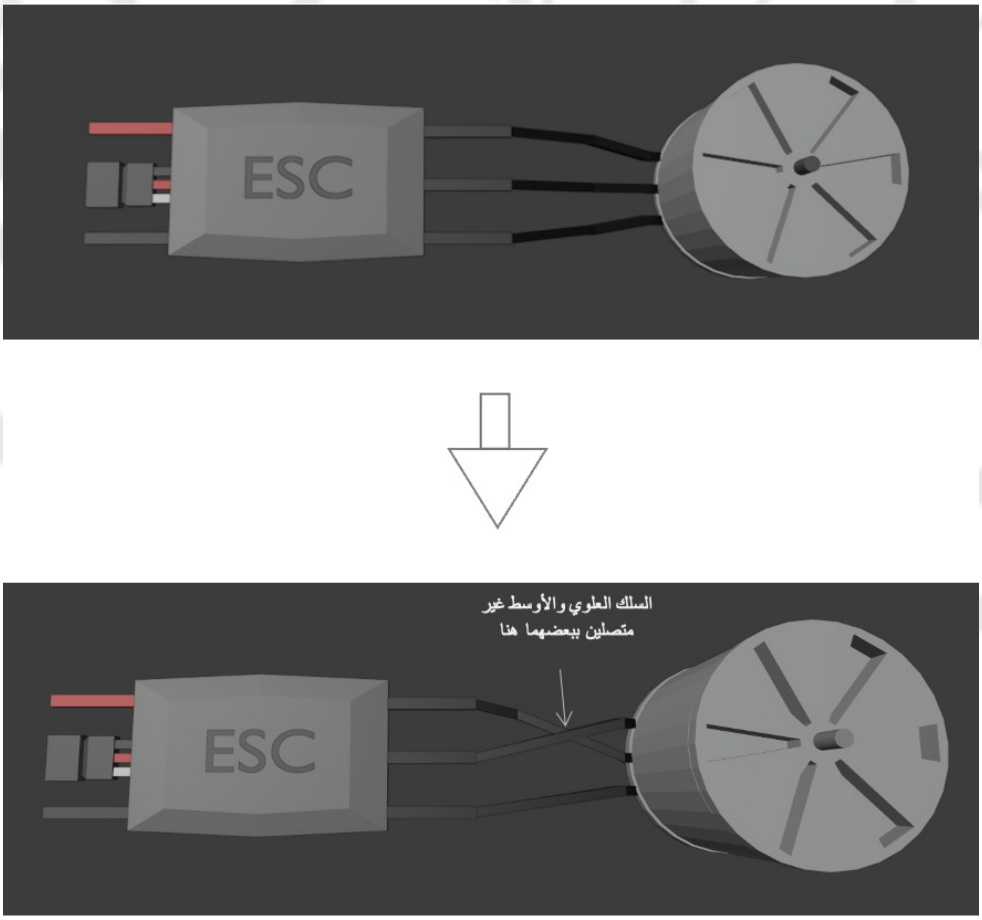
4. قم بتوصيل وتثبيت المروحة بالمحرك الذي اخترته حتى تتمكن من تحقيق التوازن

5. ثبّت المسيرة بإحكام.

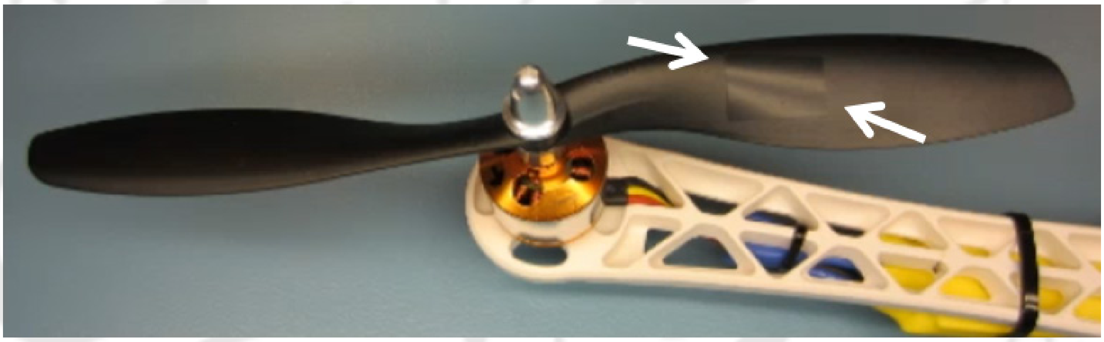
6. ضع عصا الخانق على أدنى موضع ممكن وقم بتوصيل بطارية الطيران.

7. قم بزيادة الخانق ببطء حتى يبدأ المحرك في الدوران.

8. تأكد من أن اتجاه دوران المروحة صحيح، وذلك من خلال التحقق إذا كانت تنتج قوة دفع لأعلى. إذا كان اتجاه دوران المروحة صحيحا فانتقل إلى الخطوة 9، وإذا كان غير صحيح فقم بعكس اثنين من أسلاك وحدات التحكم الإلكتروني الثلاثة الموصولة بالمحرك. انظر الشكل التالي لتوضيح المقصود بعكس اثنين من أسلاك وحدات التحكم الإلكتروني الثلاثة الموصولة بالمحرك. يمكنك تبديل أي سلكين ولا يهم أي سلكين، ولا يجب بالضرورة تبديل السلكين العلوي والأوسط تحديدا كما هو موضح في الصورة



9. ضع عصا الخانق على أدنى وضع ممكن لإيقاف المحرك.
10. أمسك المحرك وإطار المحرك (المنطقة الواقعة تحت المحرك) بإحكام بيد واحدة (تأكد من إمساك هيكل المسيرة بيد واحدة ويفضل ألا تمسكه بيدك الأخرى وتأكد من أن كلتا يديك بعيدتين عن متناول المراوح، وذلك لسلامتك)
11. حرّك عصا الخانق إلى نقطة المنتصف واستشعر اهتزازات اليد التي تمسك بإطار المحرك. تذكر مقدار هذه الاهتزازات وحجمها لأن هدفك هو تقليلها قدر الإمكان
12. ضع عصا الخانق على أدنى موضع ممكن لإيقاف المحرك ثم ضع قطعة صغيرة من الشريط اللاصق له سمك مماثل لشريط العزل الكهربائي على أي من شفرات المراوح كما هو موضح في الشكل التالي



13. أمسك المحرك وإطار المحرك ثم حرك عصا الخانق إلى نقطة المنتصف وتحقق مما إذا كان حجم الاهتزازات ومقدارها قد انخفض، ثم ضع عصا الخانق إلى أدنى موضع ممكن

كرر الخطوات من 6 إلى 10 حتى تصدر المراوح أقل قدر ممكن من الاهتزازات. تعني الاهتزازات القليلة مزيدا من السلاسة في الطيران، لذا خذ وقتك. وبمجرد انتهائك من موازنة إحدى المراوح قم بإزالتها حتى تتمكن من موازنة المراوح الأخرى. لاحظ أيضا أن المراوح مصممة للدوران إما في اتجاه عقارب الساعة أو عكس اتجاه عقارب الساعة كما المحركات، لذا لا تخلط بين مراوح اتجاه عقارب الساعة مع محركات عكس اتجاه عقارب الساعة ولا تخلط بين مراوح عكس اتجاه عقارب الساعة مع محركات اتجاه عقارب الساعة، وإذا فعلت ذلك فكرر الخطوة 5 لكل مروحة. وفي بعض الأحيان قد يكون من الضروري إعادة تركيب المروحة للحصول على محاذاة أفضل مع محركها

14. كرر الخطوات من 1 إلى11 لكل مروحة، قد يبدو هذا صعبا، ولكنه يحتاج إلى الصبر والتصميم فقط

لموازنة المحركات ومراوحها إذا كان لديك **MPU6050**

سيكون الفرق الوحيد هو أنه بعد إرسال رقم من 1 إلى 5 إلى الأردوينو **UNO** لتحديد المحرك الذي تريد التحكم فيه، ستظهر القيم الحقيقية الفعلية على المراقب التسلسلي. هذه القيم هي قراءات مقياس التسارع في **MPU6050** للاهتزازات التي يستشعرها. ويمكنك استخدام هذه القيم كإحساس ثان للتأكد من أن المروحة تنتج اهتزازات صغيرة قدر الإمكان، ولكنك لست بحاجة إلى التحقق من هذه القيم لأن هذا أمر موصى به، ولكنه غير ضروري

لموازنة المحركات ومراوحها إذا كان لديك مقياس تسارع من غير **MPU6050**

فقط قم بالخطوات من 1 إلى 13 أعلاه، ولكن استخدم أردوينو آخر متصل بمقياس تسارع، وضع مقياس التسارع هذا على هيكل المسيرة ثم ابحث عن كود يسمح لك بالقراءة من مقياس التسارع هذا. لاحظ أن الأردوينو الآخر ودارة مقياس التسارع يجب أن يكونا منفصلين تماما عن دارة المسيرة ويجب ألا يتداخلا مع بعضهما البعض، ويجب عدم الخلط بين الكود الذي يعمل على كود المسيرة الرئيسي والكود الذي يعمل على هذا الأردوينو الآخر، حيث يجب أن يعملا بشكل منفصل ولا يتداخلان مع بعضهما البعض

لاحظ أنه يمكنك غالبا القراءة من مقياس التسارع من خلال البحث عن مكتبة أردوينو له على الإنترنت ثم استخدام نموذج كود من تلك المكتبة.

توجد طرق أخرى للموازنة، ولكن لا يمكن مقارنة قراءات نتائج الاهتزاز من كود هذه المسيرة إذا كنت تستخدم **MPU6050** مع قراءات نتائج الاهتزاز من الطرق الأخرى، لأن النتائج من كود هذه المسيرة ليست موحدة

التشغيل والاستخدام العام للطائرة المسيرة رباعية المراوح

افتح سكتش **flight_controller.ino** وقم بتحميله. لبدء تشغيل المسيرة، حرك ذراع الخانق إلى الأسفل ثم إلى اليسار ثم أرجعه إلى الوسط. لإيقاف المسيرة، حرك ذراع الخانق إلى الأسفل ثم إلى اليمين ثم إلى الوسط. لمزيد من التوضيح حول إجراءات البدء والإيقاف، انظر إلى الأشكال التالية

لاختبار المسيرة والتأكد من قدرتها على التحليق بشكل صحيح، أمسك مركز المسيرة بإحكام بين يديك مع التأكد أن يدك وذراعك ليستا في نطاق شفرات المراوح الدوارة. بعد ذلك، قم بتشغيل المسيرة وقم بتدويرها إلى الأمام والخلف واليسار واليمين، وأثناء قيامك بتدويرها في تلك الاتجاهات يجب أن تكون قادرا على الشعور بقوة المحركات التي تغير سرعة دورانها للتصدي لعدم توازن المسيرة. بعبارة أخرى، عندما تقوم بتدوير المسيرة في اتجاه ما، مما يجعلها غير متوازنة، يجب أن تشعر بقوة المسيرة وهي تحاول التوازن عبر تصحيح هذا التغيير

بعض الاعتبارات

1. لا تمسك هوائي جهاز الإرسال أثناء التشغيل لأن ذلك يقلل من قوة الإشارة وقد يتسبب في فقدان التحكم
2. لا تدع أي دبابيس أو جهات اتصال كهربائية لأي مكون كهربائي تلامس مواد موصلة للكهرباء
3. لا تعرض المكونات الكهربائية لدرجات حرارة شديدة.
4. لا تسقط أو تعرض المكونات الكهربائية للاهتزازات الشديدة.
5. قم بحفظ المكونات الكهربائية في بيئة باردة وجافة.
6. لا تستخدم المكونات التالفة خاصة البطاريات.
7. تأكد من عدم خروج المسيرة عن نطاق تغطية اللاسلكي.
8. انتبه أن مصادر التداخل قد تؤثر على جودة الإشارة.
9. افصل دائما جهاز الاستقبال قبل فصل جهاز الإرسال لتجنب الحركة غير المرغوب فيها وفقدان التحكم
10. احذر من القطبية غير الصحيحة على المكونات الكهربائية لأن ذلك قد يؤدي إلى تلفها على الفور

الوظائف الخاصة

يمتناول الإخوة العديد من السبل لتشغيل وظيفة خاصة للطائرة المسيرة رباعية المراوح، وبغض النظر عن الوظيفة الخاصة، يجب اختبار النتيجة النهائية على نطاق واسع قبل استخدامها في سيناريو قتال حقيقي.

إسقاط القنابل

يمكن القيام بذلك عبر تجهيز طريقة لإسقاط القنبلة مثل شريط مطاطي ينطلق عند لمسه، ومن ثم توصيل محرك سيرفو بالدبابيس الثلاثة لقناة استقبال غير مستخدمة يستخدمها جهاز التحكم عن بعد لتشغيل آلية إسقاط القنبلة. يجب بعد ذلك تجهيز محرك السيرفو بحيث يتم تشغيل آلية إسقاط القنبلة عند تدويره

التفجير عن بعد

يتم ذلك عن طريق توصيل مفجر المادة المتفجرة بدبوس إشارة قناة الاستقبال غير المستخدمة والمرتبطة بالقناة غير المستخدمة التي يستخدمها جهاز التحكم عن بعد لتشغيل المادة المتفجرة. يتم هذا التوصيل بحيث يمكن أن يعمل دبوس إشارة قناة الاستقبال كمشغل للمتفجر، وهذه الخطوة تتم في النهاية، وذلك لسلامتك. هذه الخطوة تصنع دارة تسمح لدبوس إشارة قناة المستقبل غير المستخدمة بالعمل كمفتاح لدبوس الإشارة نفسه أو البطارية أو أي مكون آخر لتفعيل المتفجرات باستخدام دائرة ترانزستور أو أي طريقة أخرى. النسخة المستقبلية من هذا الدليل ستحتوي على مخطط لهذه الدارة إن شاء الله. لاحظ أن التوصيل بقناة جهاز الاستقبال لتعمل كمشغل للمتفجرة هو التوصيل بدبوس الإشارة في جهاز الاستقبال الذي يتوافق مع المدخل (مثال: زر) في جهاز التحكم عن بعد، نظرا لأن هذا المدخل (الزر) هو الذي يستخدم لتشغيل تفجير المتفجرة.

الوظائف الخاصة المعدلة

إذا رغبت في استخدام وظيفة خاصة مختلفة، لديك طريقتان على الأقل لتشغيل الوظائف الخاصة: الأردوينو وجهاز الاستقبال. فمثلا يمكن للأردوينو (باستخدام الكود) قراءة دبوس إشارة جهاز الاستقبال ومعرفة ما إذا كان هناك نشاط عليه، وإذا اكتشف نشاطا فيمكنه، على سبيل المثال، ضبط مؤقت لتشغيل الوظيفة الخاصة الرئيسية التي سيتم توصيلها بدبوس آخر على الأردوينو. أما إذا كنت ترغب في عمل وظيفة خاصة بدون كود، فاستخدم دبوس إشارة جهاز الاستقبال مباشرة لتشغيل المتفجر. بمجرد تفعيل جهاز التحكم عن بعد لتلك القناة باستخدام الزر/العصا/أي شيء مرتبط به، فسيمر تيار عبر دبوس إشارة جهاز الاستقبال.

تم بحمد الله

مؤسسة الصقري للعلوم العسكرية

في حال حذفت جميع المعرفات يمكنكم إيجاد معرفات المؤسسة عبر الموقع الإلكتروني
https://dalil.live

للتواصل عن طريق بريد إلكتروني
alsaqri1@proton.me

للتواصل على تطبيق اليمينت
@alsaqri:matrix.org

للتواصل على تطبيق ثريما
Threema: S76X3DEV
Threema: YFEX8RYE
Threema: 3NUH9CKJ

للتواصل على التليجرام
bot: @sqr33bot